

原 著 妊婦におけるインパルスオシレーション法を用いた肺機能の測定

昭和大学医学部麻酔科学講座

奥 和 典

要約：スパイロメトリーでの検討には最大呼出努力を要するので，安静呼吸時に短時間で測定が可能な impulse oscillation 法（IOS）を用いて妊婦の肺機能の推移を検討した．対象は昭和大学病院ならびに昭和大学藤が丘病院において帝王切開が予定された35症例で，測定期間は妊娠17週から37週までとし，4週毎にIOSの測定を行った．座位でIOSを用い5 Hz及び20 Hzのインパルス付加時の呼吸抵抗 R_5 と R_{20} ，インピーダンス（ Z_5 ），リアクタンス（ X_5 ），共振係数などを計測し， $R_5 - R_{20}$ を算出した．17週から37週までの体重増加が10 kg未満と以上の2群に分けて検討した．また，各パラメーターにおける17週値と各週値との差と17週からの体重増加量との相関性について検討した．初回測定時の平均年齢は 32.1 ± 4.5 歳，平均身長は 159.8 ± 4.6 cmであった．体重は妊娠の進行に伴い 56.1 ± 8.7 から 63.9 ± 8.6 kgへと増加した． R_5 ， R_{20} 及び Z_5 は妊娠経過に伴って微増したが，30週以降はより顕著に増加し，17週値との間に有意差を認めた（ $p < 0.05$ ）． $R_5 - R_{20}$ および X_5 は妊娠の進行に関係せず，明らかな変化を認めなかった．共振係数は妊娠の経過ともなって30週まで上昇したが，34週からは17週値に復する傾向があった．なお26週値，30週値および34週値は17週値との間に有意差を認めた（ $p < 0.05$ ）．体重増加が10 kg未満と以上との2群における全パラメーターの推移は類似したが，共振係数は10 kg未満群で高い傾向にあった．各パラメーターの17週値と各週値との差と体重増加との相関性は R_5 ， R_{20} ならびに Z_5 では正の相関関係を認めた．上記の検討で得た R^2 値は10 kg以上群で0.35ないし0.4であり，10 kg未満群では最大でも0.254と10 kg以上群で大きい傾向にあった．妊娠の進行に伴い R_5 ， R_{20} ， Z_5 及び共振係数が上昇したが，その変化は30週以降に強く， R_5 ， R_{20} および Z_5 の変化は体重増加量と相関した．妊娠に伴う肺機能の変化は30週以降に強く，また，その程度は体重増加に影響される事が示唆された．

キーワード：肺機能，インパルスオシレーション法，妊娠

妊娠の経過に伴い妊婦には血漿量，心血管系ならびに呼吸器系などに様々な変化が認められ¹⁻³⁾，呼吸器については生理学的ならびに解剖学的変化が生じる．生理学的変化としては酸素消費量や二酸化炭素産生量が増加し，分時換気量が増加する⁴⁻⁶⁾．解剖学的変化としては増大する子宮の影響で妊娠後期には非妊娠時に比べて横隔膜は約4 cm 挙上する⁷⁾．従って，妊娠に関連して肺機能の変化は強く影響される事が多くの研究により明らかにされている⁸⁻⁹⁾．しかし，従来の研究では主にスパイログラムで評価しており，その測定には最大呼出努力を要するが，妊婦には負荷となり，また最大呼出が行えない可能性もある．一方，インパルスオシレーション法

（IOS）¹⁰⁻¹¹⁾は安静呼吸時に数十秒間インパルスを与えるだけで肺実質や胸郭，末梢気道病変など部位別の特性が評価できる．

今回，筆者は妊娠の進行に伴う肺機能の変化をIOSを用いて検討したので報告する．

研究 方 法

1. 対象

本研究の実施は昭和大学医学部医の倫理委員会並びに昭和大学藤が丘病院臨床試験委員会で承認された．すべての患者に研究内容の詳細について十分に口頭で説明し，文書による同意を得た．2009年8月から2012年11月までの間にあらかじめ帝王切開

術が予定されている患者を対象とした。ただし、気管支喘息や慢性閉塞性肺疾患などの呼吸器疾患や妊娠高血圧症候群や心疾患など重篤な合併症のある患者は除外した。

2. 方法

IOS の計測期間は妊娠 17 週から妊娠 37 週までとし、計測は 4 週毎で、計 6 回行った。IOS 測定にはマスタースクリーンインパルスオシレーションシステム (Jager 社製、ドイツ) を用いた。今回用いた IOS ではスピーカーから周波数が 5 ~ 35 Hz のインパルス状の音響信号を被検者の気道内に与え、その際に生じる圧 (P) と流速 (V) をセンサーで検出した。得られた圧と流速を高速フーリエ変換で処理し、周波数ごとの粘性抵抗 (R) とリアクタンス (X) を算出した。周波数が 5 Hz でのリアクタンス (X_5) と粘性抵抗 (R_5) から全呼吸インピーダンス (Z_5) を算出し、記録した¹²⁻¹³⁾。5 Hz のインパルス波は中枢から末梢気道へと全気道に到達するが 20 Hz でのインパルス波は末梢気道へは到達しない。そのため 5 Hz のインパルス負荷時の粘性抵抗 (R_5) は全気道抵抗を、20 Hz のインパルス負荷時の粘性抵抗 (R_{20}) は中枢気道抵抗を示すと考えられ、 $R_5 - R_{20}$ は末梢気道抵抗を反映する¹⁴⁾。

結果の検討にあたっては、17 週と 37 週との体重差が 10 kg 以上 (10 kg 以上群) と 10 kg 未満の患者 (10 kg 未満群) との 2 群に分けた。また、各パラメーターにおける 17 週値と各週値の差と 17 週からの体重増加量との相関性について検討した。

患者背景と IOS の結果については平均値 ± 標準偏差で示した。各パラメーターの妊娠の進行における変化は Paired T-test を、群間比較には Welch's T-test を用いて統計学的検討を行った。また、体重

と各パラメーターとの相関関係については Pearson の相関係数を用いて処理した。なお、それぞれ $P < 0.05$ をもって有意差ありと判定した。

結 果

1) 各パラメーター値

全対象例は 35 人であり、表 1 に患者背景を示す。全症例において測定期間中に IOS 測定によると思われる合併症はなかった。

IOS で得られた各パラメーターを表 2 に示す。 R_5 は妊娠経過に伴い微増し、30 週以降は増加率が高まり、17 週値と比較して有意であった ($P < 0.05$)。 R_{20} も同様に経過に伴い微増し、30 週以降は増加率が高まり、17 週値と比較して有意であった ($P < 0.05$)。 $R_5 - R_{20}$ は全期間で多少増減したが有意の変化はなかった。 Z_5 は R_5 、 R_{20} と同様に経過に伴い微増し、30 週以降は増加率が高まり、17 週値と比較して有意であった ($P < 0.05$)。 X_5 には妊娠の進行によらずさしたる変化はなかった。共振係数は 17

Table 1 Patient characteristics

Number of patient	35
Age (years)	32.1 ± 4.5
Height (cm)	159.8 ± 4.6
Weight (kg)	
17W	56.1 ± 8.7
22W	57.5 ± 8.6
26W	58.8 ± 9.2
30W	60.8 ± 8.5
34W	62.3 ± 8.3
37W	63.9 ± 8.6
mean ± SD	

Table 2 IOS parameters

week of pregnancy	17W	22W	26W	30W	34W	37W
R_5	0.26 ± 0.07	0.27 ± 0.07	0.29 ± 0.07	0.31 ± 0.07*	0.31 ± 0.07*	0.32 ± 0.08*
R_{20}	0.24 ± 0.06	0.25 ± 0.06	0.26 ± 0.06	0.29 ± 0.06*	0.28 ± 0.06*	0.31 ± 0.07*
$R_5 - R_{20}$	0.02 ± 0.03	0.02 ± 0.03	0.03 ± 0.04	0.03 ± 0.04	0.03 ± 0.03	0.02 ± 0.03
Z_5	0.28 ± 0.07	0.29 ± 0.09	0.30 ± 0.07	0.33 ± 0.08*	0.32 ± 0.07*	0.34 ± 0.07*
X_5	-0.09 ± 0.04	-0.09 ± 0.04	-0.09 ± 0.04	-0.09 ± 0.03	-0.08 ± 0.02	-0.09 ± 0.03
Resonant frequency	9.59 ± 2.52	10.0 ± 2.69	10.4 ± 2.59*	11.4 ± 3.30*	10.5 ± 2.27*	10.2 ± 2.47

mean ± SD
Paired T-test * $P < 0.05$ vs 17W

週から 30 週まで上昇したが、34 週からは 17 週値に復する傾向があり、26 週値、30 週値及び 34 週値は 17 週値との間に有意差があった ($P < 0.05$)。

2) 体重増加状況による検討

2 群の患者背景を表 3 に示す。10 kg 以上群は 20 人で、10 kg 未満群は 15 人であった。症例数、年齢、身長、体重には群間差を認めなかった。10 kg 以上群において体重が 17 週時より 10 kg 増加した時期は 1 例が妊娠 34 週であり、その他は 37 週であった。

2 群における各パラメーターの値を表 4 に示す。 R_5 と R_{20} は両群において経過に伴い微増し、30 週以降は増加率が高まり、17 週値と比較して有意であった ($P < 0.05$)。 $R_5 - R_{20}$ には両群において妊娠の進行に関係せず、明らかな変化は認めなかった。 Z_5 は経過に伴い両群ともに 26 週まで微増し、30 週以降は増加率が高まり、17 週値と比較して有意であった ($P < 0.05$)。 X_5 には両群とも妊娠の進行にかかわらず変化は認めなかった。共振係数は両群において 17 週から 30 週まで上昇したが、34 週から 37 週では復する傾向にあった。共振係数は 10 kg 未満群においては 26 週値、30 週値及び 34 週値は 17 週値と比較して有意に上昇した ($P < 0.05$)。また、共振係数は全期間通じて 10 kg 未満群が 10 kg 以上群より高値である傾向にあった。いずれのパラメーターにも群間に差を認めなかった。

Table 3 Patient characteristics at 2 groups

	Weight gain < 10Kg	Weight gain ≥ 10Kg
Number of patient	20	15
Age (years)	32.4 ± 4.2	31.6 ± 5.1
Height (cm)	159.5 ± 5.3	160.1 ± 3.7
Weight (kg)		
17W	57.5 ± 9.8	54.2 ± 8.7
22W	58.5 ± 9.9	58.2 ± 7.8
26W	59.4 ± 9.8	58.0 ± 8.3
30W	60.9 ± 9.8	60.6 ± 7.7
34W	62.3 ± 9.6	62.4 ± 8.6
37W	63.3 ± 9.7	64.6 ± 7.2
	mean ± SD	

3) 変化量と体重増加量との相関性

各パラメーターの 17 週値と各週値との差と体重における 17 週と各週値との差の関係について図 1 ～ 6 に示す。 R_5 、 R_{20} 及び Z_5 の変化量は体重増加量との間に有意な正の相関性を認め ($P < 0.05$)、 R^2 は 0.33 前後であった。 $R_5 - R_{20}$ 、 X_5 及び共振係数には体重増加との間に相関性を認めなかった。

4) 2 群における変化量と体重増加量との相関性比較

2 群における変化量と体重増加量との相関性を表 5 に示す。両群において R_5 、 R_{20} 、 Z_5 で有意な正の相関性を認めた ($P < 0.05$)。 R_5 の R^2 値は 10 kg 以上群で 0.381、10 kg 未満群で 0.254 であり、10 kg 以上群の方が高かった。同様に R_{20} においても R^2 はそれぞれ 0.396 と 0.207 であり、10 kg 以上群の方が高かった。また、 Z_5 も R^2 はそれぞれ 0.357 と 0.173 となり、 R^2 値は 10 kg 以上群の方が高かった。その他パラメーターについては有意な相関は認めなかった。

考 察

妊娠の進行に伴い血漿量は 40 ～ 50%¹⁾、心拍出量は 30 ～ 40% 程度増加する²⁾と言われている。また、分時換気量も約 50%³⁾増加する。そのため妊婦は動悸や呼吸困難などの自覚症状を訴える事があり¹⁵⁾、妊娠の心肺機能に及ぼす影響は大きい。したがって、心疾患や呼吸器疾患の既往がある妊婦はハイリスクとされ、気管支喘息合併妊婦は約 1/3 の例で妊娠期間中に気管支喘息が増悪すると言われている¹⁶⁾。

従来呼吸機能の測定に使用されていたスパイログラムによる測定値と IOS との比較は大変興味深い所ではあるが、本研究ではスパイロメトリーは施行しなかった。その理由はスパイログラムでは完全な呼出を必要するが、妊婦での実施は難しい上、妊娠に対しての影響も危惧されるためである。また、IOSの方がより生理的状态における肺機能が測定出来ると考え、本研究を行った。今回は妊娠経過中の肺機能の推移を IOS により把握する事を目的としたため呼吸器疾患や重篤な合併のある妊婦は除外した。また、帝王切開術が予定されている患者を対象としたのは研究への承諾を得やすいと考えたためである。また、初期より測定を開始すべきであったが、妊娠の継続が安定する 17 週より測定を開始した。濱田ら¹⁹⁾は 16 週までに体重は平均 1.9 kg 増加する

Table 4 IOS parameter at 2 groups

groups		17W	22W	26W	30W	34W	37W
R ₅	Weight gain < 10Kg	0.27 ± 0.04	0.27 ± 0.03	0.29 ± 0.04	0.32 ± 0.03*	0.31 ± 0.05*	0.32 ± 0.07*
	Weight gain ≥ 10Kg	0.26 ± 0.05	0.26 ± 0.05	0.29 ± 0.05	0.31 ± 0.04*	0.31 ± 0.05*	0.33 ± 0.07*
R ₂₀	Weight gain < 10Kg	0.24 ± 0.05	0.24 ± 0.05	0.26 ± 0.04	0.28 ± 0.05*	0.28 ± 0.03*	0.32 ± 0.05*
	Weight gain ≥ 10Kg	0.25 ± 0.05	0.25 ± 0.05	0.27 ± 0.04	0.30 ± 0.04*	0.29 ± 0.04*	0.32 ± 0.05*
R ₅ - R ₂₀	Weight gain < 10Kg	0.03 ± 0.03	0.03 ± 0.03	0.03 ± 0.03	0.03 ± 0.03	0.03 ± 0.02	0.02 ± 0.03
	Weight gain ≥ 10Kg	0.01 ± 0.02	0.01 ± 0.02	0.02 ± 0.02	0.02 ± 0.02	0.02 ± 0.02	0.01 ± 0.02
Z ₅	Weight gain < 10Kg	0.29 ± 0.05	0.30 ± 0.05	0.30 ± 0.04	0.34 ± 0.05*	0.32 ± 0.03*	0.34 ± 0.06*
	Weight gain ≥ 10Kg	0.26 ± 0.05	0.27 ± 0.05	0.28 ± 0.04	0.33 ± 0.04*	0.31 ± 0.05*	0.34 ± 0.07*
X ₅	Weight gain < 10Kg	-0.08 ± 0.03	-0.09 ± 0.04	-0.10 ± 0.04	-0.09 ± 0.04	-0.08 ± 0.02	-0.09 ± 0.03
	Weight gain ≥ 10Kg	-0.09 ± 0.03	-0.08 ± 0.02	-0.08 ± 0.03	-0.09 ± 0.02	-0.08 ± 0.03	-0.09 ± 0.03
Resonant frequency	Weight gain < 10Kg	10.1 ± 2.86	10.6 ± 3.03	11.1 ± 2.99*	12.4 ± 2.23*	11.3 ± 2.42*	10.5 ± 2.73
	Weight gain ≥ 10Kg	9.15 ± 2.10	9.31 ± 2.02	9.50 ± 1.60	10.1 ± 2.60	9.83 ± 1.93	9.80 ± 2.09

mean ± SD
Paired T-test *P < 0.05 vs 17W

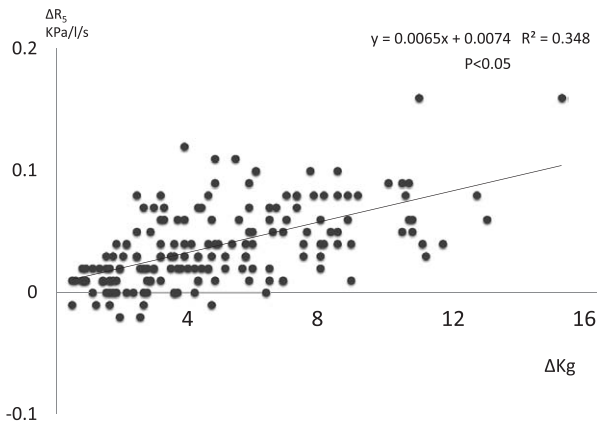


Fig. 1 Correlation between the difference R₅ between 17th week and each week and the difference weight between 17th week and each week.
P < 0.05

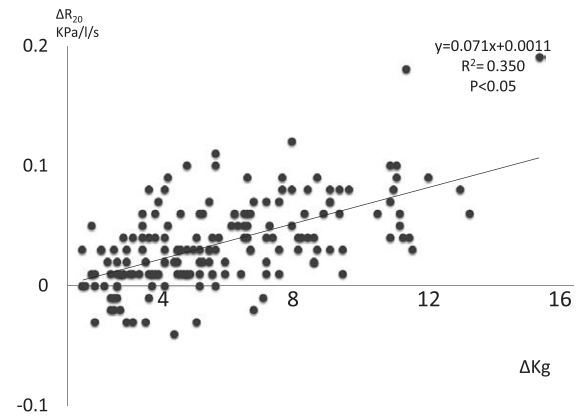


Fig. 2 Correlation between the difference R₂₀ between 17th week and each week and the difference weight between 17th week and each week.

妊婦における IOS を用いた肺機能の測定

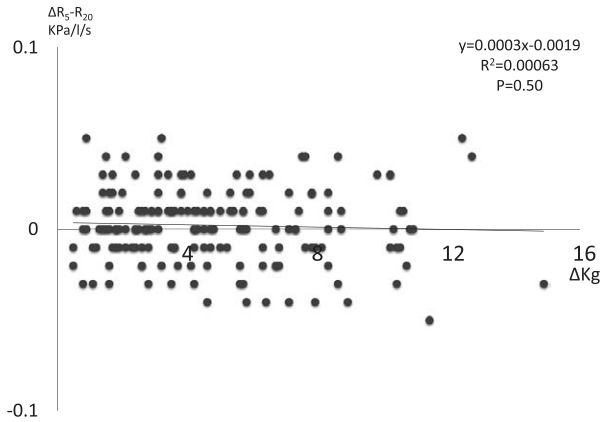


Fig. 3 Correlation between the difference $R_5 - R_{20}$ between 17th week and each week and the difference weight between 17th week and each week.

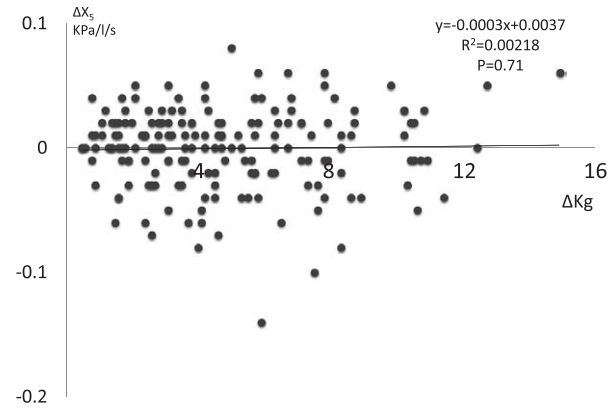


Fig. 5 Correlation between the difference X_5 between 17th week and each week and the difference weight between 17th week and each week.

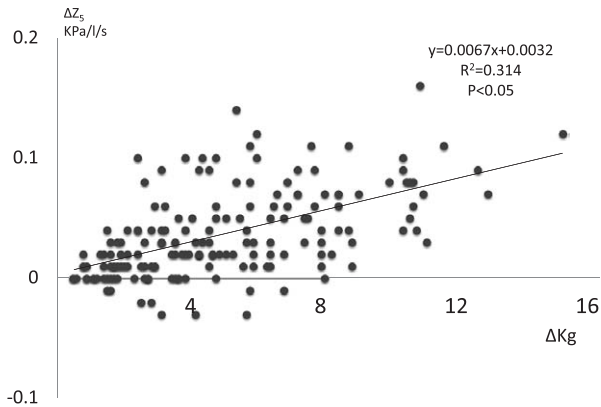


Fig. 4 Correlation between the difference Z_5 between 17th week and each week and the difference weight between 17th week and each week.

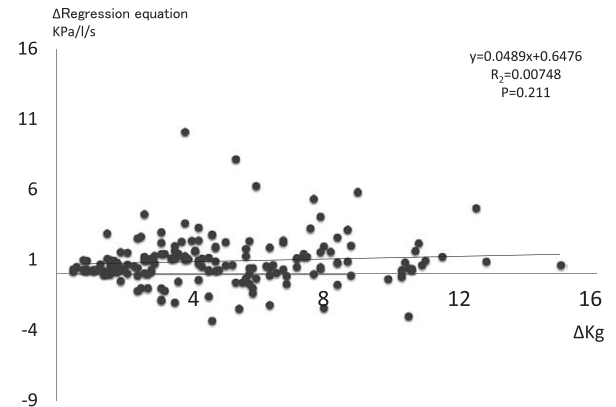


Fig. 6 Correlation between the difference Regression equation between 17th week and each week and the difference weight between 17th week and each week.

Table 5 Correlation between the difference parameters between 17th week and each week and the difference between weight of 17th week and each week at 2 groups

	Weight gain < 10Kg		Weight gain ≥ 10Kg	
	Regression equation	R ²	Regression equation	R ²
R_5	$y = 0.007x + 0.0062$	0.254*	$y = 0.0065x + 0.0072$	0.381*
R_{20}	$y = 0.0064x + 0.0030$	0.207*	$y = 0.0074x + 0.0002$	0.396*
$R_5 - R_{20}$	$y = 0.0015x + 0.0079$	0.0228	$y = 0.000005x + 0.0011$	0.00000029
Z_5	$y = 0.0059x + 0.0065$	0.173*	$y = 0.0071x + 0.0004$	0.357*
X_5	$y = -0.00019x + 0.0002$	0.0131	$y = -0.0001x + 0.0086$	0.00025
Resonant frequency	$y = 0.15x + 0.547$	0.032	$y = 0.068x + 0.25$	0.0227

Pearson product-moment correlation coefficient * P < 0.05

と報告している。本研究の17週値と健常人における報告値^{11, 17-18)}を比較すると R_5 , R_{20} , $R_5 - R_{20}$ 並びに Z_5 は類似していた。 X_5 では報告値は -0.11 kPa/l/sと本研究値より 0.02 kPa/l/s低い値であった。また、共振係数では報告値は 13.74 ± 4.16 kPa/l/sであり、本研究値より高値であったが異常レベルではなかった。17週までの肺機能における変化は少ないと思われる、17週値で比較した今回の検討は妥当であると考えられる。

本研究と同様にOddoyら²⁰⁾は10 Hzの固定した周波数によるオシレーション法を用いて413人の健常妊婦の肺機能を妊娠初期から計測している。彼らの検討では R_{10} は妊娠の進行に伴い 0.23 ± 0.058 kPa/l/sから 0.31 ± 0.079 kPa/l/sまで上昇すると言う。本研究では R_{10} の計測は行っていないが、今回で計測した R_5 と R_{20} は同様の傾向を示した。前述の様に R_5 は全気道抵抗を、 R_{20} は中枢気道抵抗を示唆すると考えられているが R_{10} についての局在については不明である¹²⁻¹³⁾。また、今回の結果では末梢気道抵抗とされている $R_5 - R_{20}$ ¹⁴⁾に変化を認めなかった。妊娠中の気道抵抗の軽度増加が中枢気道によるものであると考えられる。

気道抵抗の増加の原因については妊娠中の循環血漿量を計測したWhittakerら¹⁾によると妊娠における循環血漿量は妊娠前の2373 mlに対し20週では3093 ml, 28週では3517 ml, 38週では3580 mlへ増加すると報告している。Kodaliら²¹⁾によると妊娠の進行に伴い循環血液量は増加し、咽頭、喉頭、気管における粘膜の浮腫が生じると言われており、気道の浮腫により気道抵抗が上昇したため R_5 並びに R_{20} が上昇したと思われる。

X_5 は容量性リアクタンスを示し、末梢気道の虚脱や硬化などの存在を示唆すると言われている⁹⁾。 X_5 の健常人における値は約 -0.11 ± 0.04 kPa/l/sと報告されている。今回測定した X_5 は $-0.08 \sim -0.09$ kPa/l/sと期間中には変化は認められず、報告値より高値であった。 X_5 が予測値より -0.20 ± 0.04 kPa/l/s以下に低下している場合は末梢肺における過膨張を示唆すると言われている¹¹⁾。本研究結果で X_5 はほぼ正常レベルと考えている。

リアクタンス(X)は高周波数では正の値となり、低周波数では負の値となる。 X が0となる時の周波数を共振係数と称している²²⁾。鈴木ら¹⁸⁾の報告では

共振係数は $FEV_{1.0}$ や肺活量との間に中等度の相関を報告している。共振係数は末梢気道病変の存在を示唆する因子であり、正常値より40%上昇した患者では $FEV_{1.0}$ が20%低下しているとの報告がある^{11, 18)}。共振係数は本研究において26週以降34週まで有意に上昇し、最大19%上昇した事は軽度閉塞性変化を示唆するが、今回 $R_5 - R_{20}$ には変化を認めず、末梢気道の病態を正確に知る事は出来なかった。

R_5 , R_{20} , Z_5 の変化量と体重増加量における相関性の検討では R^2 が0.35前後の中等度の相関を認めた。また、2群を比較すると10 kg以上群でより R_5 , R_{20} , Z_5 の変化量と体重増加量に強い相関を認めた。肥満による体重増加は肺機能へ影響する事は明らかであり^{23, 24)}、腹腔内の脂肪沈着により横隔膜が上方に偏位し、FRCは低下する²³⁾。また、胸壁への脂肪沈着により胸壁コンプライアンスが低下し、呼吸仕事量は増加する。軽度肥満では閉塞性障害は認められないが、肥満の程度に伴い $FEV_{1.0}$ に変化がみられる²³⁾。また、肥満の進行とともにFRCレベルは減少し、CCは増加するため末梢気道閉塞が生じると考えられている^{23, 24)}。妊婦においては妊娠の進行によってもCCは変化しないとの報告がある^{25, 26)}。主に子宮の増大による体重増加と肥満による体重増加では肺機能に与える影響が異なる事と思われる。

IOSを用いて妊婦の肺機能の変化を測定したところ、妊娠の進行に伴う R_5 , R_{20} , Z_5 , 共振係数の上昇は30週以降に強く、また体重増加量と相関性する事が示唆された。

本論文の要旨は、日本麻酔科学会第59回学術集会(2012年、神戸市)で発表した。

謝辞 稿を終えるにあたり、ご助言、ご指導いただいた安本和正教授、ご協力頂いた教室員の御厚意に深く感謝致します。

利益相反

本研究に関し開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Whittaker PG, Macphail S, Lind T, *et al.* Serial hematologic changes and pregnancy outcome.

- Obstet Gynecol.* 1996;88:33-39.
- 2) Mashini IS, Albazzaz SJ, Fadel HE, *et al.* Serial noninvasive evaluation of cardiovascular hemodynamics during pregnancy. *Am J Obstet Gynecol.* 1987;156:1208-1213.
 - 3) Prowse CM, Gaensler EA. Respiratory and acid-base changes during pregnancy. *Anesthesiology.* 1965;26:381-392.
 - 4) Meira MN, Carvalho CR, Galizia MS, *et al.* Atelectasis observed by computerized tomography after Caesarean section. *Br J Anaesth.* 2010;104:746-750.
 - 5) Contreras G, Gutierrez M, Beroiza T, *et al.* Ventilatory drive and respiratory muscle function in pregnancy. *Am Rev Respir Dis.* 1991;144:837-841.
 - 6) Jensen D, Webb KA, Davies GA, *et al.* Mechanical ventilatory constraints during incremental cycle exercise in human pregnancy: implications for respiratory sensation. *J Physiol.* 2008;586:4735-4750.
 - 7) Frolich M, Edwards RK. Respiratory Disease. In *Sanjay D ed. Anesthetic and obstetric management of high-risk pregnancy.* 3rd ed. New York: Springer-Verlag; 2004. pp143-154.
 - 8) Kolarzyk E, Szot WM, Lyszczyk J. Lung function and breathing regulation parameters during pregnancy. *Arch Gynecol Obstet.* 2005;272:53-58.
 - 9) Bhatia P, Bhatia K. Pregnancy and the lungs. *Postgrad Med J.* 2000;76:683-689.
 - 10) 平井豊博. 呼吸機能検査 換気機能 応用編シリーズ オッシレーション法. 呼吸. 2004;23:640-645.
 - 11) 小川浩正. 呼吸機能検査 インパルスオシロメトリ法. 呼吸と循環. 2006;54:615-622.
 - 12) Shiota S, Katoh M, Fujii M, *et al.* Predictive equations and the reliability of the impulse oscillatory system in Japanese adult subjects. *Respirology.* 2005;10:310-315.
 - 13) Delacourt C, Lorino H, Herve-Guillot M, *et al.* Use of the forced oscillation technique to assess airway obstruction and reversibility in children. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000;161:730-736.
 - 14) 鈴木保良. 術前呼吸機能検査における impulse oscillation system の導入. 麻酔. 2009;58:145-152.
 - 15) Kolarzyk E, Szot WM, Lyszczyk J. Lung function and breathing regulation parameters during pregnancy. *Arch Gynecol Obstet.* 2005;272:53-58.
 - 16) 渡辺 博, 田中光臣, 稲葉憲之. 呼吸器疾患妊産婦の管理. 産婦治療. 1996;73:13-17.
 - 17) 田中裕士, 藤井 偉, 田中康正, ほか. Impulse oscillation system を用いた成人重症持続型喘息の末梢気道抵抗の検討. 呼吸. 2007;26:675-679.
 - 18) 鈴木保良, 篠田威人, 小島三貴子, ほか. Impulse oscillation system による呼吸機能検査共振周波数による検討. 昭和医会誌. 2009;69:316-322.
 - 19) 濱田悌二. 妊娠中の栄養学 妊娠中の母体の体重増加と栄養. 周産期医. 1992;22(増刊):81-85.
 - 20) Oddoy A, Joschko K, Vogel J, *et al.* Atemwiderstand (ROS) und dynamische ventilationsgrossen bei lungengesunden schwangeren unterschiedlichen gestationsalters. *Zentralbl Gynakol.* 1982;104:1270-1282.
 - 21) Kodali, BS, Chandrasekhar S, Bulich LN, *et al.* Airway changes during labor and delivery. *Anesthesiology.* 2008;108:357-362.
 - 22) Shiota S, Katoh M, Fujii M, *et al.* Predictive equations and the reliability of the impulse oscillatory system in Japanese adult subjects. *Respirology.* 2005;10:310-315.
 - 23) 川原誠司, 赤星俊樹, 植松昭仁, ほか. 肥満と呼吸器. 日胸臨. 2007;66:1031-1037.
 - 24) 飛田 渉, 色川俊也. 肥満と呼吸器疾患. 呼吸. 2010;29:3-8.
 - 25) Russell IF, Chamber WA. Closing volume in normal pregnancy. *Br J Anaesth.* 1981;53:1043-1047.
 - 26) David JB, Ingrid MB. Anesthesia for obstetrics. In *Ronald DM ed. Miller's anesthesia.* 7th ed. Philadelphia: Elsevier, Churchill Livingstone; 2010. pp2203-2240.

MEASUREMENT OF PULMONARY FUNCTION IN PREGNANT WOMEN
WITH THE IMPULSE OSCILLOMETRY SYSTEM

Kazunori OKU

Department of Anesthesiology, Showa University School of Medicine

Abstract — The pulmonary function in pregnant women changes with the progress of the pregnancy. The Impulse Oscillometry System (IOS) can rapidly evaluate the total airway resistance (R_5), central airway resistance (R_{20}), small airway resistance ($R_5 - R_{20}$), impedance (Z_5), reactance (X_5) and resonant frequency under normal breathing. The purpose of this study was to measure the pulmonary function of pregnant women using IOS. The measurement period was from the 17th week to the 37th week at every 4 weeks. Subjects were 35 women who were scheduled for a caesarean section at a Showa University Hospital and Showa University Fujigaoka hospital. R_5 , R_{20} and Z_5 increased with the course of pregnancy and the values after the 30th week were significantly higher compared with the values of the 17th week. $R_5 - R_{20}$ and X_5 showed no change with the progress of the pregnancy. Resonant frequency increased by the 30th week and decreased after the 34th week and the values of 26th, 30th and 34th weeks were significantly higher compared with the value of the 17th week. The 35 patients were divided into two groups according to weight gain of either over or less than 10 kg from the 17th week to the 37th week. Each parameter showed no significant differences between the two groups. There was a positive correlation between the difference parameters of R_5 , R_{20} and Z_5 between the 17th week and each week and the difference weight between the 17th week and each week. Changes in pulmonary function with pregnancy were marked after the 30th week compared to before the 30th week.

Key words: pulmonary function, impulse oscillation system pregnancy

[受付 : 2 月 5 日, 受理 : 2 月 8 日, 2013]